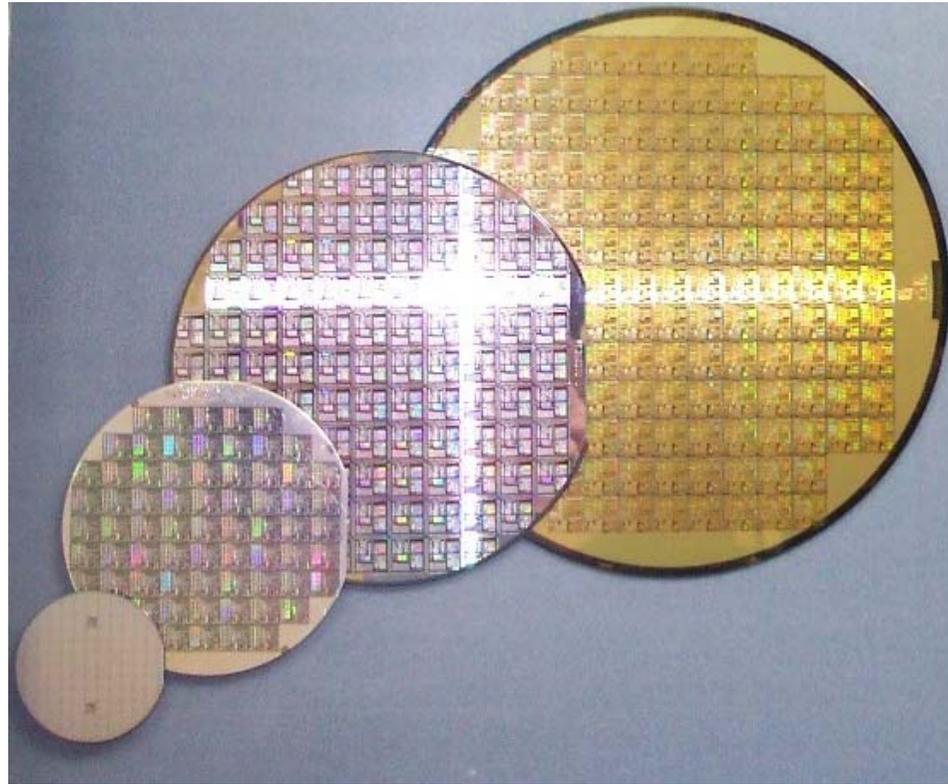


Wafer

Grundlage der ICs



Gliederung

- Was ist ein Wafer?
- Material und Verwendung
- Herstellung
- Größe und Ausbeute
- Quellen

Was ist ein Wafer?

Ein Wafer ist eine flache, runde Scheibe mit einer Dicke von 1mm aus einem Halbleitermaterial, welches die Basis für alle Integrierten Schaltungen bildet (ICs).

Materialien

- Monokristallines Silizium
- Polykristallines Silizium
- Silizium auf Isolator
- Siliziumcarbid
- Galliumarsenid
- Indiumphosphid

Monokristallines Silizium

- Eigenschaften:
 - Durchgehendes, einheitliches und homogenes Kristallgitter
- Verwendung:
 - Halbleiter
 - Solarzelle:
 - Höherer Wirkungsgrad
 - Höhere Kosten

Polykristallines Silizium

- Eigenschaften:
 - Besteht aus vielen Einzelkristallen mit unterschiedlicher Größe und Form
 - Durch Korngrenzen klar voneinander abgegrenzt
- Verwendung:
 - Solarzelle

Polykristallines Silizium



Silizium auf Isolator

- Eigenschaften:
 - Bezeichnung „SOI“
 - Kürzere Schaltzeiten
 - Geringere Leistungsaufnahmen
 - Keine Streuspannungen, Leckströme
 - Sehr gute elektrische Isolation
 - Je nach Isolator weitere Eigenschaften: Beispiel bei Saphir hohe Strahlenresistenz

Silizium auf Isolator

- Verwendung
 - Halbleiter: CPU Bereich – AMD, Freescale, IBMs
 - Stromsparende Halbleiter
 - Silizium-on-Saphir: Satellitenbau, durch den Strahlenschutz

Siliziumcarbid

- Eigenschaften
 - Silizium mit Anreicherung von Kohlenstoff
 - Besonders anfällig für ultraviolette Strahlung
 - Temperaturresistent bis 600°C
- Verwendung
 - Varistoren
 - Blaue LEDs (Wellenlänge 460-470nm)

Galliumarsenid

- Eigenschaften
 - Höhere Transitfrequenzen als Silizium HL
 - Geringeres Rauschen
 - Geringere Leistungsaufnahme

Galliumarsenid

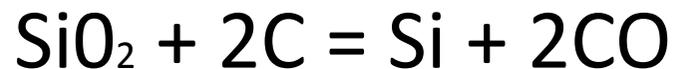
- Verwendung
 - High-Electron-Mobility Transistor (Transistoren für hohe Frequenzen)
 - Rauscharme Hochfrequenzverstärker
 - Satellitenkommunikation, Radaranlagen
 - Gunndiode (Mikrowellenerzeugung)

Indiumphosphid

- Eigenschaften
 - Künstlich hergestellte Verbindung
 - Hohe Elektronenbeweglichkeit im Gitter
 - Besitzt eine direkte Bandlücke
- Verwendung
 - Basismaterial für photonische Kristalle (Laser, LED)
 - ICs mit Taktfrequenzen über 1 THz

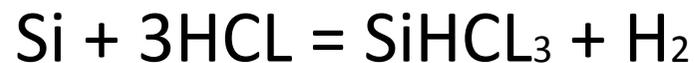
Herstellung

- Ausgangsstoff ist Quarz
- Bei Raumtemperatur oxidiert Silizium
- Dieser Sauerstoff muss wieder entfernt werden
- Erhitzung auf 1460°C unter Zugabe von Kohlenstoff



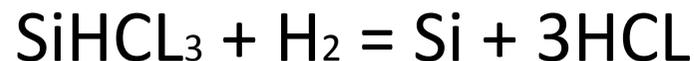
Herstellung

- Weitere Zugabe von Eisen zur Verhinderung der Bildung von Siliziumkarbid
- 1. Reinigung: Trichlorsilan-Prozess
 - Zugabe von Chlorwasserstoff
 - Erhitzung auf 300°C
 - Bildung von Trichlorsilan



Herstellung

- 1. Reinigung: Trichlorsilan-Prozess:
 - Das Trichlorsilan ist nun gasförmig und wird abgeführt
 - Prozess muss umgekehrt werden um gereinigtes Silizium erhalten
 - Erhitzung auf 1100°C



Herstellung

- 2. Reinigung: Zonenreinigung
 - Um Siliziumstäbe wird eine Spule gelegt mit hochfrequenten Wechselstrom (im Vakuum)
 - Schmelzung des Silizium – Fremdstoffe gelangen auf den Boden
 - Oberflächenspannung von Silizium verhindert dass es selbst herausfließt
 - Mehrfache Anwendung des Verfahrens

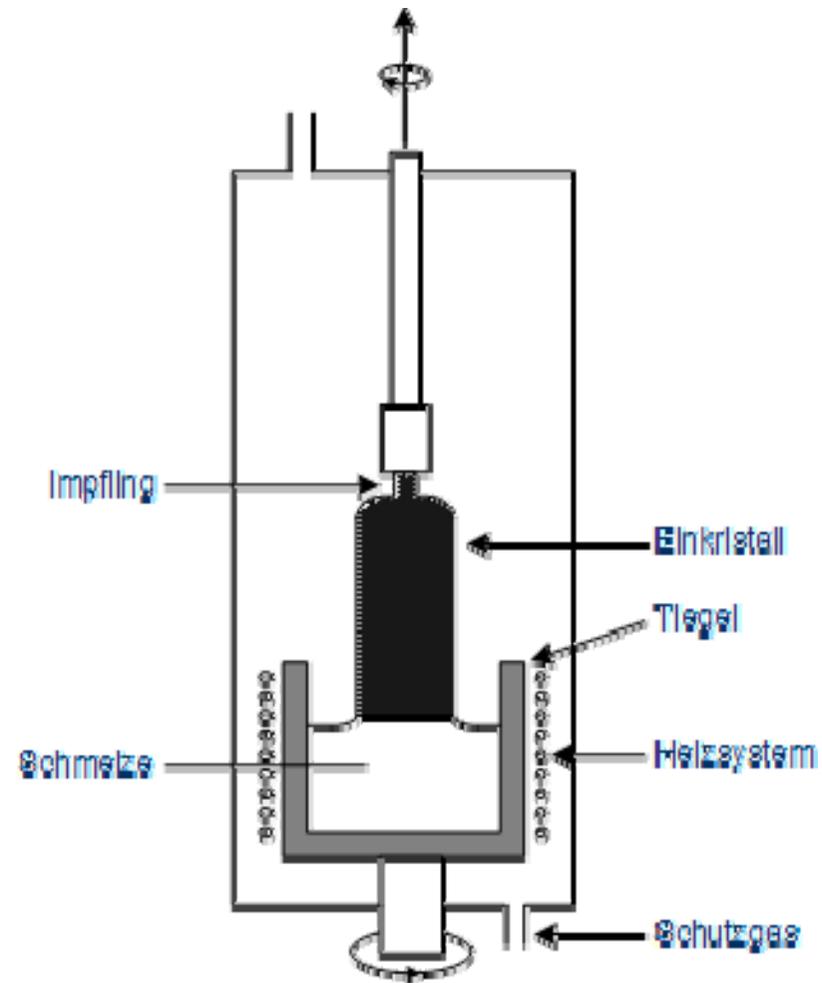
Herstellung

- Am Ende des Verfahrens hat man Silizium mit einem Reinheitsgrad von 1 Fremdatom in 1 Mrd. Siliziumatomen

Herstellung

- Kristallziehverfahren nach Czochralski:
 - Erhitzung knapp über dem Schmelzpunkt
 - Zugabe der Dotierstoffe
 - Langsames Drehen und Ziehen des Kristalls
 - Entgegengesetztes Drehen des Tiegels
 - Wachstumsrate 2-25 cm/h

Herstellung



Herstellung



Herstellung

- Ingot wird nun mittels Innenlochsäge in Scheiben geschnitten
- Materialverlust ca. 20%
- Läppen:
 - Körniges Schleifen des Wafers
 - Körnung wird mit jedem Durchgang verringert
 - Abtragung von rund 50 μm

Herstellung

- Abrunden des Scheibenrandes
 - Vermeidung dass aufgebrauchte Schichten abplatzen können
- Ätzen
 - Mischung aus Fluss-, Essig- und Salpetersäure
 - Endgültige Beseitigung von Kristallfehlern
 - Abtragung von rund 50 μm

Herstellung

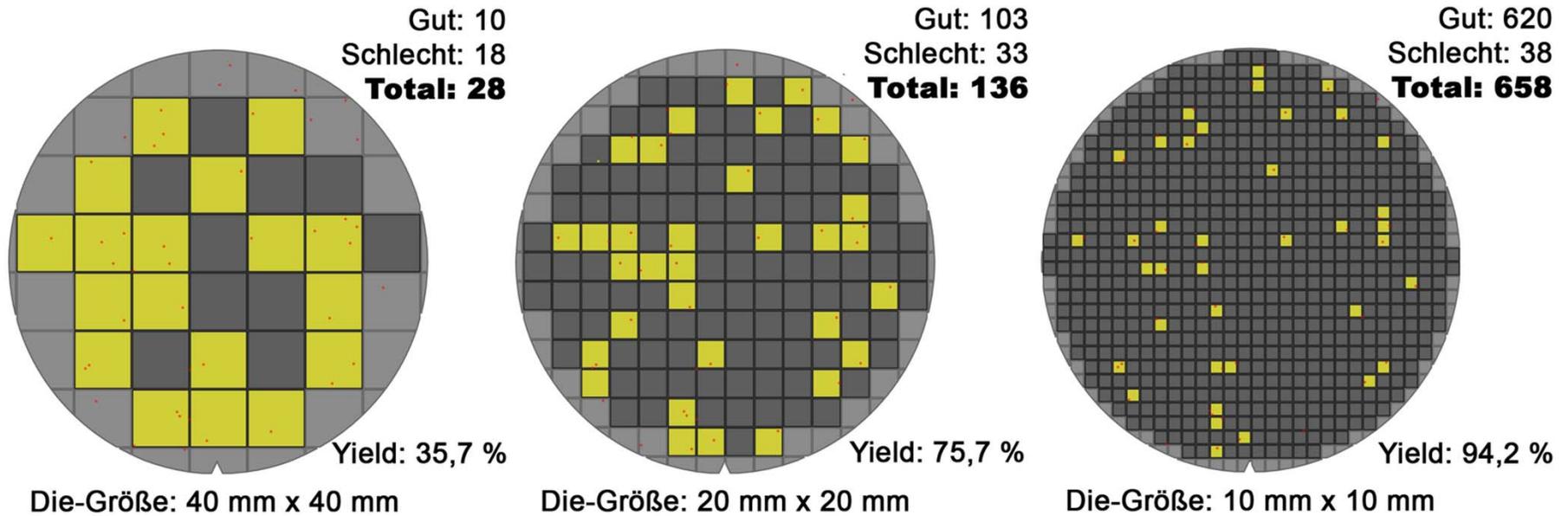
- Polieren:
 - Letzter Schritt in der Herstellung
 - Behandlung mit Natronlauge und Siliziumdioxidkörnern
 - Körner tragen rund 5 μm ab
 - Natronlauge entfernt das Oxid und beseitigt Bearbeitungsspuren

Größe und Ausbeute

Maße von Standard-Silicium-Wafern^[1]

Angelsächsische Bezeichnung	Wirklicher Durchmesser in mm	Durchschnittliche Dicke in μm	Markteinführung im Jahr
1-Zoll-Wafer	–	–	1960
2-Zoll-Wafer	50,8	275	1971
3-Zoll-Wafer	76,2	375	1973
4-Zoll-Wafer	100	525	1976
5-Zoll-Wafer	125 oder 127	625	1982
6-Zoll-Wafer	150	675	1988
8-Zoll-Wafer	200	725	1990
12-Zoll-Wafer	300	775	1997
18-Zoll-Wafer	450	925 (lt. Spezifikation ^[2])	2015 (frühester derzeit erwarteter Termin) ^[3]

Größe und Ausbeute



Quellen

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Wafer>
- <http://www.halbleiter.org>
- <http://www.halbleiter-scout.de>
- <http://www.itwissen.info>